



**University of  
Zurich**<sup>UZH</sup>

**Zurich Open Repository and  
Archive**

University of Zurich  
University Library  
Strickhofstrasse 39  
CH-8057 Zurich  
[www.zora.uzh.ch](http://www.zora.uzh.ch)

---

Year: 1970

---

## **Ernährungsphysiologische Untersuchungen beim Pferd**

Geyer, H ; Drepper, K ; Engelbart, W

**Abstract:** Mit Hilfe der Kollektions- und Indikatormethode (Hostalen als Leitsubstanz) wurden Roh Nährstoffbilanzen beim Pferd erstellt. Die Untersuchungen wurden bei Verfütterung von Heu-Hafer, Pellets und (unter Verwendung der Differenzmethode) Timothee-Heu durchgeführt. Die Indikatormethode erwies sich nur als bedingt anwendbar. Die Verdaulichkeit der Roh Nährstoffe lag bei Hafer-Heu-Fütterung geringgradig unter derjenigen bei ausschließlicher Pelletfütterung. Timothee-Heu zeigte, offenbar bedingt durch den hohen Rohfasergehalt, eine wesentlich geringere Verdaulichkeit der Roh Nährstoffe (außer Fett). Es wird eine vollwertige Pelletfütterung empfohlen unter Zufütterung von Heu oder Stroh.

DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.1970.tb00137.x>

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-112645>

Journal Article

Originally published at:

Geyer, H; Drepper, K; Engelbart, W (1970). Ernährungsphysiologische Untersuchungen beim Pferd. Zeitschrift für Tierphysiologie Tierernährung und Futtermittelkunde, 26(3):163-169.

DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.1970.tb00137.x>

*Aus dem Institut für Veterinär-Biochemie der Freien Universität Berlin*

*Direktor: Prof. Dr. Dr. K. Drepper*

## Ernährungsphysiologische Untersuchungen beim Pferd<sup>1</sup>

### I. Nährstoffbilanzen

VON H. GEYER, K. DREPPER UND W. ENGELBART

Während Wiederkäuer, Schwein und Geflügel heute auf Grund ausgedehnter Grundlagenforschungen entsprechend ihrer genetischen Veranlagung leistungsgerecht gefüttert werden, beruht die Pferdefütterung wegen des Fehlens verlässlicher Bedarfsangaben nach wie vor auf traditionellen Gebräuchen. Die Schwierigkeit, leicht meßbare Kriterien aus der Leistung „Arbeit“ zu gewinnen, um daraus den Bedarf an Nähr-, Wirk- und Mineralstoffen abzuleiten, erfordert eine enge Zusammenarbeit zwischen Praxis, Physiologie und Ernährungsphysiologie.

Eine zusammen mit dem Hauptverband für Zucht und Prüfung deutscher Pferde e. V. (HDP) erstellte Auswertung einer Fragebogenaktion (46 Pferdebestände) ergab, daß bei guter tierärztlicher Betreuung (Wurmkuren, Zahnpflege etc.) die Heu-Haferfütterung 5 kg:5 kg überwiegt, wobei meist Vitamin- und Mineralstoffmischungen zugegeben werden. Bei ca. 50 % der Bestände erhalten die Pferde im Sommer Zugang zu Grünfutter. Im Durchschnitt werden 1,5 kg Mischfutter (im Austausch gegen Hafer) zur Heu-Haferfütterung verabreicht, nur 10 % der Tiere (vier Bestände) erhalten Mischfutter an Stelle von Hafer als alleiniges Kraftfutter.

Bei kritischer Durchrechnung der gebräuchlichen Pferderationen unter Berücksichtigung der qualitativen Unterschiede von Heu und Hafer ergibt sich in vielen Beständen eine Diskrepanz zwischen dem Bedarf, soweit er bekannt ist (NRC, 1969; CUNHA, 1968; Modern Veterinary Reference Series, 1966), und der tatsächlichen Versorgung.

Aufbauend auf den bisher bekannten Grundlagen der Ernährungsphysiologie des Pferdes (Zusammenfassungen z. B. bei ALEXANDER, 1963; GEYER und DREPPER, 1969), wurden Verdaulichkeitsuntersuchungen durchgeführt, wobei die Pelletfütterung als zukünftig wohl bedeutsamste Kraftfuttermittelversorgung der Pferde besondere Berücksichtigung fand.

### Tiermaterial, Futter, Methodik

Als Versuchspferd diente eine 5jährige Traberstute, die während der Versuche lang angebunden in einer Torfbox stand.

Die Futterzusammensetzung, die von Versuch zu Versuch unterschiedlich war, ist bei den jeweiligen Fütterungsperioden angegeben. Die Rationen wurden zweimal täglich aus einer Freßwanne, die einen Futterverstreuer weitgehend verhiinderte, angeboten.

<sup>1</sup> Die Untersuchungen wurden mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft ausgeführt.

Das Versuchspferd wurde für die Bilanzen sowohl bei der Anwendung der Kollektionsmethode als auch der Indikatormethode täglich ca. 20 Minuten an der Longe in allen Gangarten bewegt. Die verwendete Kottasche gewährleistete ein quantitatives Auffangen des Kotes beim Liegen, Stehen und in der Bewegung.

Aliquote Kotproben der Tagesmenge, zum Teil auch der einzelnen abgesetzten Kotportionen, wurden nach intensiver Mischung des Kotes entnommen und nach Wägung bei 105°C getrocknet. Das Trockengut wurde zermahlen (Starmix) und in Schliffflaschen bis zur Analyse aufbewahrt. Durch Voruntersuchungen mit und ohne Schwefelsäurezusatz vor der Trocknung wurde sichergestellt, daß durch die Art des Trocknens keine Stickstoffverluste auftreten.

Die Rohnährstoffanalysen wurden nach der Weender-Analyse (Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten, 1960) ausgeführt. Zur Hostalenbestimmung diente eine modifizierte Methode nach CHANDLER et al. (1964), Fehlergenze  $\pm 1\%$ .

### Verwendbarkeit von Hostalen (Hoechst)<sup>2</sup> als Indikator für Bilanzversuche beim Pferd

Es wurde Hostalen (Hoechst) mit einer Dichte von 0,94 und einer Korngröße von 50 mash = 0,3 mm verwendet.

Zur Prüfung der Verwendbarkeit von Hostalen als Indikator (Leitsubstanz) wurde zunächst die Gleichmäßigkeit der Hostalenausscheidung mit dem Kot (Analyse der einzelnen Kotportionen) nach Verabreichung von je 200 g Hostalen, vermischt mit Haferschrot, zu den einzelnen Mahlzeiten (Heu-Hafer, zweimal täglich) geprüft. Vorfütterungsperiode: 10 Tage, Kollektionsperiode: 8 Tage.

Bei einem durchschnittlichen Hostalengehalt von 16,6% in der Kottrockensubstanz (berechneter Hostalengehalt in der Futterrockensubstanz 6,5%) wurden 95,5% des verabreichten Hostalens im Kot wiedergefunden. Die Unterschiede in den einzelnen Kotportionen lagen zwischen 20,8% und 13,6% Hostalen in der Kottrockensubstanz. Die beobachtete Unregelmäßigkeit in der Hostalenausscheidung ließ auf eine inhomogene Vermischung des Indikators mit dem Kot schließen, die möglicherweise durch die Art der Verabreichung hervorgerufen wurde.

Um eine gleichmäßigere Aufnahme des Hostalens mit dem Futter zu gewährleisten, wurden daher in einem zweiten Versuch ausschließlich Pellets verfüttert.

Die Pellets (1 cm Durchmesser, 1–2 cm Länge) enthielten durch die grobe Vermahlung der Haferschalen etwas Faserstruktur.

Nach einer Umstellungszeit von vier Wochen von der Heu-Haferfütterung auf die ausschließliche Pelletgabe und einer Vorperiode von sieben Tagen wurden in einem zehntägigen Kollektionsversuch (Sammlung und Analyse der einzelnen Kotportionen) bei einem durchschnittlichen Hostalengehalt von 16,6% in der Kottrockensubstanz (5,3% in der Pellettrockensubstanz) 90,6% des verabreichten Hostalens im Kot wiedergefunden. Die Unterschiede in den einzelnen Kotportionen lagen zwischen 15,1% und 17,4% Hostalen in der Kottrockensubstanz, waren also wesentlich geringer als bei Heu-Haferfütterung.

Weder die Wiederfindungsrate noch die Homogenität des Hostalens im Kot vermögen jedoch voll zu befriedigen. Auch ALTMANN et al. (1969), die zur Bestimmung der Passagedauer von Pellets nach einer einmaligen Hostalengabe die Ausscheidung im Kot untersuchten, konnten nur 88,7% wiederfinden. Hier war die geringe Wieder-

<sup>2</sup> Unverdaulicher Indikator (Leitsubstanz), der Fa. Hoechst danken wir für die Überlassung von Hostalen für die Versuche.

findungsrate wahrscheinlich neben geringen Aufnahme-, Kollektions- und Analysenverlusten, durch die zu kurze Untersuchungszeit (asymptotische Kurve der Ausscheidung) bedingt. Die Autoren geben an, daß bei reiner Pelletfütterung die Ausscheidung

Tabelle 1

## Pelletzusammensetzung und Rohnährstoffgehalte in der Trockensubstanz

	%		%
Luzernegrünmehl .....	43,7	Rohprotein .....	13,9
Haferschrot .....	20,0	Rohfett .....	3,5
Haferschalen .....	18,0	Rohfaser .....	18,1
Weizenkleiemesse .....	12,0	Rohasche .....	7,5
Horsal (Vitamin-Mineralstoff- mischung) <sup>1</sup> .....	1,0	N-freie Extraktstoffe .....	57,0
Hostalen .....	5,3	Organische Substanz .....	92,5
	100,0		

<sup>1</sup> Der Fa. H. W. Schaumann danken wir für die kostenlose Überlassung von Horsal.

einer Mahlzeit nach 96 Stunden beendet ist. ALEXANDER (1946) nennt eine Ausscheidungszeit von 47 Stunden (Rauhfutter), HINTZ und LOY (1966) von 45 Stunden (gemahlene und pelletierte Ration). Demgegenüber stellte VAN DER NOOT (1967) bei Rauhfuttergaben eine gleich lange Verweilzeit im Intestinum des Pferdes fest wie ALTMANN et al. (1969). KOSNIEWSKI (1961) gibt an, daß die Ausscheidung eines Indikators nach fünf Tagen beendet ist.

Die Inhomogenität des Hostalens im Kot, wie auch im Futterbrei der einzelnen Darmabschnitte stellt, wie HERTEL et al. (1969) in jüngsten Versuchen betonten, die Verwendbarkeit der Indikatormethode auf Grund unterschiedlicher Transportgeschwindigkeit der einzelnen Futterpartikel durch das Intestinum des Pferdes überhaupt in Frage. Die Verwendung anderer Indikatoren ist mit ähnlichen Nachteilen behaftet (vgl. Zusammenfassung von SCHÜRCH, 1969).

Wegen der herausgestellten Unsicherheiten der Indikatormethode wurden die nachfolgend beschriebenen Nährstoffbilanzen mit Hilfe der Kollektionsmethode, zum Teil im Vergleich zur Indikatormethode erstellt.

### Rohnährstoffbilanzen

Bei Verfütterung einer Heu-Haferration wurden mit Hilfe der Kollektionsmethode die in Tabelle 2 angegebenen Verdaulichkeiten ermittelt. Futteraufnahme 6,5 kg lufttrockene Substanz je Tag, 50 % Heu, 50 % Haferschrot.

Die im Vergleich zur Pelletration (Tabelle 3) im allgemeinen geringere Verdaulichkeit der Rohnährstoffe könnte durch die größere Struktur des Futters bedingt sein. DOST (1961) gibt eine Zunahme der Verdaulichkeit der Trockensubstanz von ganzem über gequetschtem zu gemahlenem Hafer an (64,6 % bzw. 68,6 % bzw. 72,7 %).

Unter Verwendung der auf Seite 165 angegebenen Pellets wurden drei Nährstoffbilanzen durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 angegeben.

Tabelle 2

Verdaulichkeit der Rohnährstoffe bei Verfütterung einer Heu-Haferration beim Pferd (Kollektionsmethode)

	Gehalt der Gesamration, % in der Trockensubstanz	Verdaulichkeit in % der Rohnährstoffe der Gesamration
Rohprotein .....	11,6	74
Rohfett .....	3,6	58
Rohfaser .....	21,9	44
Rohasche .....	5,8	34
N-freie Extraktstoffe	57,1	74
Organische Substanz	94,2	68

Tabelle 3

Verdaulichkeit der Rohnährstoffe von Pellets beim Pferd (Durchschnitt von drei Bilanzen bei einer Traberstute)

	Gehalt der Pellets, % in der Trockensubstanz	Verdaulichkeit in % der Rohnährstoffe der Pellets	
		Kollektionsmethode	Indikatormethode
Rohprotein ...	13,9	74,3	68,8
Rohfett .....	3,5	63,6	47,8
Rohfaser .....	18,5	48,5	47,4
Rohasche .....	7,5	48,2	47,0
N-freie Extraktstoffe .....	57,0	77,7	73,2
Organische Substanz .....	92,5	70,6	65,3

Tabelle 4

Verdaulichkeit der Rohnährstoffe von Timothee-Heu beim Pferd (Differenzversuch mit 4 kg Pellets als Grundfutter und 2 kg Heu als Zulage, Kollektionsmethode)

	Gehalt im Heu, % in der Trockensubstanz	Verdaulichkeit in % der Rohnährstoffe des Timothee-Heus
Rohprotein .....	8,0	44,0
Rohfett .....	2,3	69,5
Rohfaser .....	36,2	34,2
Rohasche .....	4,2	41,8
N-freie Extraktstoffe	49,3	64,5
Organische Substanz	95,8	51,7

Die Werte stehen bis auf den relativ hohen Wert der Rohfaser-verdaulichkeit in guter Übereinstimmung mit den Angaben von HERTEL et al. (1969), die auch darauf hinweisen, daß alle derartigen Werte die „scheinbare“ Verdaulichkeit angeben, also Resultierende aus „wahrer“ Verdaulichkeit, Sekretion in das Darmlumen hinein und mikrobieller Synthese darstellen. Die geringeren Verdaulichkeitswerte, die mit der Indikatormethode ermittelt wurden, sind wahrscheinlich durch die zu geringe Wiederfindungsrate des Indikators (Hämatin) bedingt.

Mit Hilfe eines Differenzversuches (Pellets als Grundfutter) wurde eine Nährstoffbilanz für Heu (Tabelle 4) ausgeführt.

Der hohe Rohfasergehalt im Timothee-Heu bedingt offenbar eine verminderte Verdaulichkeit der organischen Substanzen außer Rohfett (vgl. dazu auch SCHÜRCH, 1969). KLAPP wies schon 1961 darauf hin, daß Timothee-Heu entgegen allgemeiner Auffassung sehr schlecht verwertet wird. OLSSON und RUUDVERE (1955) fanden bei höherem Rohfasergehalt (41 %, Weizenstroh) noch geringere Verdaulichkeiten der Rohnährstoffe. Demgegenüber fanden DARLINGTON HERSHBERGER (1968) bei Verfütterung von Timothee-Heu an Ponies höhere Werte für die Rohprotein- und Rohfaserverdaulichkeit als die Autoren.

Die ermittelten Verdaulichkeitswerte beim Pferd entsprechen etwa denjenigen beim Rind. Die Angaben von MORRISON (1950) und ALEXANDER (1963), die gegenüber dem Rind auf eine um ein Drittel herabgesetzte Rohfaserverdaulich-

keit hinweisen, werden bestätigt. Auf Grund der geringeren Passagezeit des Futters im Intestinum des Pferdes (vier Tage, Rind: 12–13 Tage) kann jedoch auf höhere Aktivitäten zellulolytischer Enzyme geschlossen werden (vgl. dazu auch DOUGHERTY, 1968).

In neuesten Arbeiten, die erst nach Abschluß der eigenen Untersuchungen publiziert wurden, hat FONNESBECK (1969) ähnliche Bilanzversuche durchgeführt wie die hier beschriebenen. Er richtete dabei sein besonderes Augenmerk auf die Korrelation der scheinbaren Verdaulichkeit mit dem Gehalt an Nährstoffen im Rohfutter und unterteilte die Rohfaser und N-freien Extraktstoffe in besser definierte Fraktionen.

FONNESBECK (1969) fand bei gleichmäßig guter Verdaulichkeit des Rohproteins aus allen geprüften Heuarten eine scheinbare Verdaulichkeit von 51,2%, ein Wert, der über demjenigen des Timothee-Heus, aber unter denen für die Heu-Hafer- und Pellet-ration in den eigenen, wie in den Versuchen von HERTEL et al. (1969) gefundenen (ca. 70%) liegt. Auch HINTZ et al. (1968) fanden eine höhere Proteinverdaulichkeit bei Ponies (77%). HERTEL et al. (1969) wie auch FONNESBECK (1969) stellen die geringe Bedeutung der Werte für die scheinbare Verdaulichkeit des Rohfettes besonders heraus.

Die Bestimmung der Rohfaserverdaulichkeit wird von FONNESBECK (1969) stark kritisiert, weil ein Vergleich der Werte zwischen verschiedenen Futtermitteln auf Grund der unterschiedlichen Zusammensetzung dieser Fraktion nicht möglich ist. So erklärt sich wohl auch der geringere Wert, der beim Timothee-Heu gefunden wurde, gegenüber den anderen Rationen, deren scheinbare Verdaulichkeit der Rohfaser gut mit den Angaben von FONNESBECK (1969) übereinstimmt.

Der Wert für die scheinbare Verdaulichkeit der N-freien Extraktstoffe, die wie die Rohfaser eine sehr unterschiedliche Zusammensetzung bei verschiedenen Futtermitteln haben können, stimmt beim Timothee-Heu gut mit den von FONNESBECK (1969) bei verschiedenen Heuartens gefundenen überein. Bei der gemischten Ration entspricht er mehr dem Wert der sogenannten „löslichen Kohlenhydrate“.

## Fütterungspraxis

Die aus Versuchsgründen angewandten ausschließlichen Pelletgaben werden für die Praxis der Pferdefütterung wenig geeignet sein. Es ist immerhin interessant, festzustellen, daß bei langzeitiger Haltung mit diesem Futter (zehn Monate) keinerlei Verdauungsstörungen auftraten und das Pferd bei bester Kondition erwünschterweise 50 kg zunahm. Das Futter wird allgemein gern aufgenommen; im Gegensatz zu Schrotgaben wird die Krippe praktisch nicht verschmutzt.

Der wichtigste Vorteil der Pelletfütterung liegt darin, daß es praktisch möglich ist, in standardisierter Form alle Nähr- und Mineralstoffe dem Pferde leistungsgerecht zuzuführen (vgl. auch McDANIEL, 1966). Die Heuqualität wäre dann von untergeordneter Bedeutung. Entsprechende Untersuchungen über den Bedarf stehen allerdings noch aus.

Bei alleiniger Verfütterung der Pellets war der Kot zeitweilig ungeformt, dickbreiig, ohne daß der Gesundheitszustand beeinträchtigt war. Nach achtmonatiger Pelletfütterung hatte das Pferd „Zahnspitzen“, die beraspelt werden mußten. Die Futteraufnahme war immer in sehr kurzer Zeit beendet, so daß das Pferd weniger lange „beschäftigt“ war.

Diese Nachteile – weiche Kotkonsistenz, „Zahnspitzen“, geringe „Beschäftigungszeit“ – sind sofort beseitigt, wenn neben Pellets täglich etwa 2 kg Heu oder Stroh verabreicht werden.

### Zusammenfassung

Mit Hilfe der Kollektions- und Indikatormethode (Hostalen als Leitsubstanz) wurden Rohnährstoffbilanzen beim Pferd erstellt. Die Untersuchungen wurden bei Verfütterung von Heu-Hafer, Pellets und (unter Verwendung der Differenzmethode) Timothee-Heu durchgeführt.

Die Indikatormethode erwies sich nur als bedingt anwendbar.

Die Verdaulichkeit der Rohnährstoffe lag bei Hafer-Heu-Fütterung geringgradig unter derjenigen bei ausschließlicher Pelletfütterung. Timothee-Heu zeigte, offenbar bedingt durch den hohen Rohfasergehalt, eine wesentlich geringere Verdaulichkeit der Rohnährstoffe (außer Fett).

Es wird eine vollwertige Pelletfütterung empfohlen unter Zufütterung von Heu oder Stroh.

### Summary

Crude nutrient balances in horses were carried out by means of the collection and indicator method (Hostalen as marker). The tests were achieved by feeding hay-oats, pellets (by applying the differential method) and Timothee-hay.

The indicator method was proved to be only applicable to a certain extent.

The digestibility of the crude nutrients was less by feeding oats-hay than by feeding exclusively pellets. Timothee-hay showed, probably due to the high crude fibre content, a remarkably less digestibility of the crude nutrients (except fat).

A high quality pellet feeding together with hay or straw is recommended.

### Literatur

- ALEXANDER, F., 1946: J. comp. Path. 56, 266. — ALEXANDER, F., 1963: In: „Progress in nutrition and allied sciences“, S. 259, Oliver & Boyd, Edinburgh and London. — ALTMANN, H.-J., HERTEL, J., und DREPPER, K., 1970: Z. Tierphysiol., Tierernährg. u. Futtermittelkde. im Druck. — BARCROFT, J., McANALLY, R. A., and PHILLIPSON, A. T., 1963: J. exp. Biol. 20, 120, 1944, zit. n. ALEXANDER. — CHANDLER, P. T., KESLER, E. M., and MCCARTHY, R. D., 1964: J. Dairy Sci. 47, 1426. — CUNHA, T. J., 1966: Feedstuffs, 20, 62. — DARLINGTON, J. M., and HERSHBERGER, T. W., 1968: J. Anim. Sci. 27, 1572. — DOST, H., 1961: Direktorium für Vollblutzucht und Rennen, Köln-Weidenpesch. — DOUGHERTY, R. W., 1968: Equine Nutrition Research Symposium, Kentucky. — FÖNNESBECK, O. V., 1968: J. Anim. Sci. 28, 624. — GEYER, H., und DREPPER, K.: „Mikrobiologie der Verdauung beim Pferd“, in „Mikrobiologie der Verdauung landw. Nutztiere“, Bayrischer Landwirtschaftsverlag, München. In Vorbereitung. — HAENLEIN, G. F. W., SMITH, R. C., and YOON, Y. M., 1966: J. Anim. Sci. 25, 1091. — HERTEL, J., ALTMANN, H.-J., und DREPPER, K., 1970: Z. Tierphysiol., Tierernährg. u. Futtermittelkde. 26, 169. — HINTZ, H. F., and LOY, R. G., 1966: J. Anim. Sci. 25, 1059. — HINTZ, H. F., CORSE, D., ELLIOT, J. M., and LOWE, J., 1968: Equine Nutrition Research Symposium, Kentucky. — KANE, E. A., JACOBSON, W. C., and MOORE, L. A., 1966: J. Nutr. 41, 583 (1950), zit. n. HAENLEIN et al. — KLAPP, E., 1961: Direktorium für Vollblutzucht und Rennen, Köln-Weidenpesch. — KOLB, E., 1967: Lehrbuch der Physiologie der Haustiere, Fischer-Verlag, Jena. — KOSNIEWSKI, S., 1964: Mod. Veterinary. — McDANIEL, A. H., 1966: Mod. Veterinary. Modern Veterinary Reference Series, Progress in Equine Practice, American Veterinary Publications, Ins., Illinois, USA. — MORRISON, F. B., 1950: Feeds and

Feeding, Ithaca, New York. — NRC, 1969: Nutrient Requirements of Horses, Publication 1401, Washington DC. — OLSSON, N., and RUUDVERE, A., 1955: Nutr. Abstracts and Reviews 25, 1. — SCHÜRCH, A., 1969: Zit. in: Handbuch der Tierernährung, i. Bd. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin. — VANDER NOOT, G. W., SYMONS, L. D., LYDMAN, R. K., and FONNESBECK, P. V., 1967: J. Anim. Sci. 26, 1309. — Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten, 1960.

*Anschrift der Autoren:* Institut für Veterinär-Biochemie der FU Berlin, 1 Berlin 33, Koserstraße 20